

## CATALUNYA DAVANT LA REVOLUCIÓ 4.0: RISCOS I OPORTUNITATS

Josep Lladós

### LA INTERACCIÓ ENTRE CANVI TECNOLÒGIC I OCUPACIÓ

47

La intel·ligència artificial sembla cridada a esdevenir la impulsora de la propera onada de disrupció digital. El progrés colossal en la capacitat de càlcul, lògica i gestió de grans quantitats d'informació mitjançant l'ús d'algoritmes i els avenços en robòtica, biotecnologia, impressió 3D o aprenentatge automàtic obren una nova etapa d'automatització que pot tenir un caràcter essencialment transformador per a l'activitat econòmica.

La revolució industrial propulsada per la màquina de vapor endegà un procés de progrés tecnològic a l'activitat industrial que posteriorment tingué en l'electrificació i la producció en massa la seva continuïtat i, finalment, en la revolució digital i la irrupció d'Internet el moment de més intensitat en l'assoliment d'uns paràmetres de productivitat ignots, en un entorn de plena automatització industrial. Actualment estem immersos en una quarta onada de progrés tecnològic, també de contingut digital i naturalesa transversal, que presenta un potencial essencialment disruptiu.

Amb l'expressió *revolució 4.0* ens referim als avenços tecnològics en àmbits tan diversos com la robòtica, la intel·ligència artificial, la nanotecnologia, l'Internet de les coses, la impressió en 3D, l'aprenentatge automàtic, les dades massives, els vehicles autònoms, la biotecnologia o la informàtica quàntica, entre d'altres. En general, parlariem d'una revolució sustentada en els sistemes ciberfísics, és a dir, controlats o monitoritzats per algoritmes basats en la computació i estretament vinculats a Internet i als seus usuaris, que, en l'àmbit industrial, donarien lloc a l'anomenada *fàbrica intel·ligent*.

En realitat, sota aquesta denominació s'inclouen nombroses àrees d'avenç tecnològic. Recentment, un informe de Boston Consulting Group (2015a) identificava, en el context de la revolució 4.0, els nous pilars del progrés tecnològic:

GRÀFIC 1. Els pilars del progrés tecnològic



Font: Adaptació de Boston Consulting Group (2015a).

1. *Anàlisi de dades massives* (big data): fa referència a la recollida, el processament i l'avaluació de grans quantitats de dades, procedents de diferents fonts i a una gran velocitat, per a facilitar la presa de decisions estratègiques.
2. *Robots autònoms*: se supera la utilització de robots per al desenvolupament de tasques rutinàries i repetitives i s'avança en la direcció d'una autonomia, flexibilitat i cooperació creixents entre aquestes màquines complexes.
3. *Simulació*: les simulacions en tres dimensions de productes, materials i processos productius a les etapes de disseny i enginyeria evolucionaran cap a simulacions en les plantes de producció, que reproduiran el món físic en un entorn virtual, per tal d'optimitzar la programació de les màquines i els equipaments implicats en la producció real.
4. *Sistemes d'integració horitzontals i verticals*: empreses, departaments, funcions i capacitats estaran molt més cohesionats mitjançant xarxes d'integració de dades que permetran cadenes de valor plenament automatitzades.
5. *Internet de les coses*: un nombre creixent de dispositius estaran integrats al sistema informàtic i connectats en xarxa, de manera que es comunicaran i interactuaran sota un control centralitzat.
6. *Ciberseguretat*: amb la creixent connectivitat i l'ús de protocols de comunicació estandarditzats, augmentarà la necessitat de protegir sistemes

industrials i línies de producció crítiques de les amenaces a la seguretat informàtica, i s'obrirà pas a comunicacions més fiables i sistemes d'identificació i d'accés a la gestió dels equipaments més sofisticats.

7. *Computació al núvol*: cada cop serà més necessari compartir dades, de forma ràpida i eficient, entre les diferents àrees de l'empresa i entre les diferents empreses implicades en la cadena de valor.
8. *Fabricació additiva*: fins al moment la impressió 3D s'ha utilitzat generalment per a l'elaboració de prototips o la producció de components individuals; aquests mètodes seran àmpliament utilitzats en el futur per a generar productes personalitzats que ofereixin avantatges de construcció, essencialment si es basen en dissenys complexos i lleugers.
9. *Realitat augmentada*: aquests sistemes donen suport actualment a una diversitat de serveis que serà molt ampliada en el futur per tal de proporcionar als treballadors informació a temps real per a la presa de decisions i els procediments de producció.

Tractar d'inferir els efectes de la nova onada de canvi tecnològic és una tasca particularment complexa, perquè sota el concepte 4.0 s'hi aixopluga una col·lecció de tecnologies que són molt diferents, que sovint es combinen entre si i que configuren una relació que constantment es modifica i s'amplia.

Les noves tecnologies, que emergeixen de la innovació, tenen efectes que sempre són proporcionals a l'amplitud i extensió amb què s'adopten. En la mesura que les tecnologies 4.0 són d'ús general i no atenen estrictament a necessitats productives concretes, és de preveure que el seu impacte serà transversal i potencialment disruptiu, ja que afecta un ampli ventall d'activitats socials i humanes.

Des d'aquesta perspectiva, i en l'àmbit de l'activitat productiva, es preveu que els efectes de l'aplicació d'aquestes tecnologies emergents es deixaran sentir al llarg de tota la cadena de valor empresarial, des del disseny dels productes o serveis fins a la prestació de serveis posteriors a la venda. Els principals beneficis econòmics esperats s'associen a les millores d'eficiència i els avenços en productivitat derivats de les innovacions tecnològiques i dels canvis organitzatius que s'originen.

Aquests guanys previstos tindrien diferents procedències. La més important rau en l'optimització i la flexibilització dels processos que afecten la logística i la producció, assolides mitjançant uns sistemes tecnològicament i cibernèticament integrats que afavoririen la interconnectivitat de les màquines complexes amb els components, els productes i els éssers humans. També hi

contribueixen positivament una facilitat més gran per a la modularització, la producció a mida i la resposta ràpida als canvis de mercat, la creixent complementarietat entre màquines i treball humà i l'obertura del procés d'innovació a proveïdors i usuaris finals. En el futur proper, la capacitat de comunicació entre màquines complexes i la seva progressiva autonomia ampliaria els beneficis potencials de l'automatització.

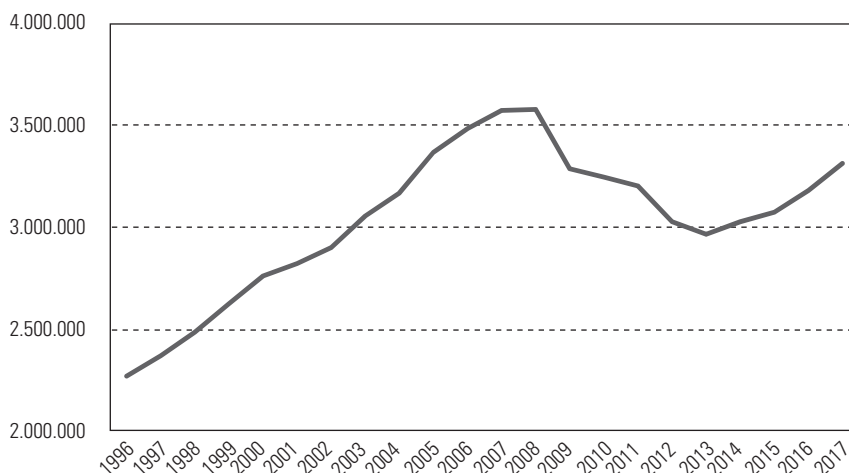
Un altre estudi recent de Boston Consulting Group (2015b), elaborat per a la indústria alemanya, estima en un 5-8% addicional les millores assolibles en productivitat, un augment del 6% en l'ocupació i una contribució complementària de l'1% al creixement anual del PIB. De la mateixa manera, el darrer informe de la United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2017) posava de manifest que a la majoria d'economies que han iniciat la robotització industrial, l'impacte sobre la productivitat ha estat favorable.

En el marc de l'Enquesta de Clima Empresarial de Catalunya (I/2017), la Cambra de Comerç de Barcelona i l'Idescat varen incloure un conjunt de preguntes específiques, les respostes de les quals posen de manifest que el grau d'adaptació del teixit industrial català al paradigma 4.0 és encara incipient: només un 2,3% d'empreses afirmen estar en una fase avançada d'adaptació, mentre que un 13,4% addicional asseguren estar en una fase inicial; un altre 31,4% reconeix que aquesta adaptació no forma part de l'estratègia actual de l'empresa, si bé s'està considerant de cara al futur; gairebé un 30% proclama que no és factible per les condicions de l'empresa, i el 23% restant no va proporcionar informació (Blanco *et al.*, 2016). Les tecnologies relacionades amb la ciberseguretat són les més implantades fins al moment a la indústria catalana, mentre que serà als àmbits de la realitat augmentada, la impressió i simulació en 3D i l'Internet de les coses on es preveu avançar més ràpidament en un futur proper.

Tot i que l'evidència empírica ha posat de manifest que la transformació profunda de les tecnologies de producció que estem experimentant no ha provocat un augment considerable dels nivells agregats de desocupació, més enllà de les oscil·lacions vinculades al cicle econòmic (gràfic 2), la preocupació sobre els efectes del canvi tecnològic en el mercat laboral continua ben present. En bona part, aquesta inquietud es justifica pel fet que la millora de la productivitat associada al progrés tecnològic s'explica parcialment perquè redueix la quantitat de treball necessària per a assolir la mateixa producció.

De fet, l'automatització no és pas un fenomen nou i els seus efectes sobre el mercat laboral són ben coneguts. Però certament l'evolució precedent del mercat laboral i la influència que tingueren en el passat els seus principals factors

GRÀFIC 2. Evolució de la població ocupada (Catalunya)



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Idescat.

determinants no en decideixen necessàriament el comportament futur. Aquest axioma general es fa més taxatiu en el context actual, perquè els efectes potencials de la nova fase d'automatització poden tenir una naturalesa més disruptiva que els anteriors. De manera que és legítim i raonable preguntar-se sobre les conseqüències que l'aplicació de les innovacions tecnològiques pot tenir en la quantitat i la qualitat de l'ocupació.

La tecnologia tant pot substituir treball, ja que permet desenvolupar tasques sense intervenció humana, com també complementar i fer més productiu el treball humà. En particular, l'impacte de la tecnologia en l'ocupació s'explica a partir de quatre efectes diferents:

- l'efecte substitució (o automatització pròpiament dita), procedent de l'aparició de noves tecnologies que reemplacen la quantitat necessària de treball;
- la creació directa d'ocupació en activitats productives que són l'origen de les innovacions o hi estan directament relacionades;
- l'efecte de complementarietat entre el canvi tecnològic i el capital humà, que aporta guanys de productivitat i també indueix la creació de noves ocupacions basades en coneixements especialitzats;
- l'efecte col·lateral, impulsor de l'ocupació en altres activitats econòmiques i que es deriva de la millora de les rendes i la demanda agregada.

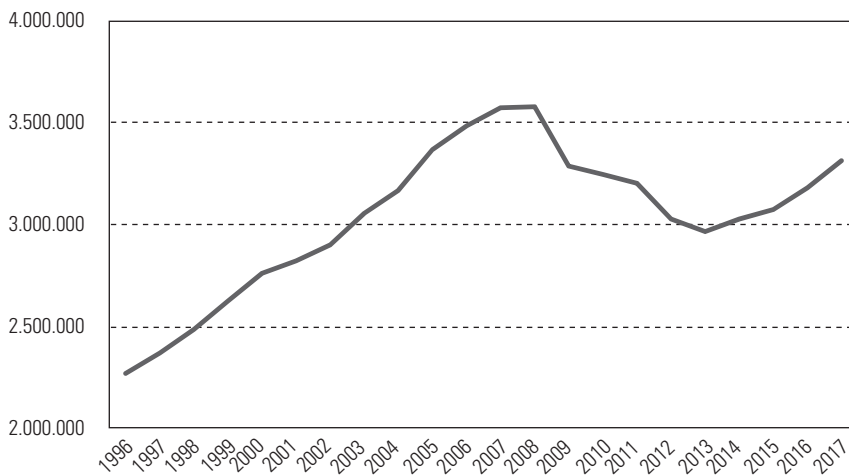
El balanç existent entre aquests efectes, directes i indirectes, determina l'impacte agregat del canvi tecnològic. L'evidència empírica mostra com, després d'un període d'avenços científics i tecnològics sense precedent, els efectes compensatoris han neutralitzat amb escreix l'impacte negatiu de l'automatització en l'ocupació.

## DESENVOLUPAMENT RECENT DEL MERCAT LABORAL A CATALUNYA

L'impacte del canvi tecnològic es deixa sentir, però, en la composició de l'ocupació perquè el canvi tecnològic no és neutral i té efectes heterogenis entre la força laboral, en funció de les habilitats dels treballadors, la seva capacitat d'adaptació flexible al canvi tècnic i si les tasques que desenvolupen al lloc de treball són o no automatitzables.

La revolució digital recent ja va evidenciar que el treball més qualificat és el que es complementa millor amb les noves tecnologies, les utilitza més intensivament i n'extreu un rendiment més alt. Probablement, el fet de disposar d'un estoc de capacitats i habilitats més ampli i divers fa menys costos tant adquirir els coneixements necessaris per a adoptar una nova tecnologia com també adaptar-se als canvis organitzatius que es deriven de la seva aplicació. Per aquest motiu, es considera que el canvi tecnològic és esbiaixat en funció de les capacitats dels treballadors (*skill-biased technological change*).

GRÀFIC 3. Evolució d'ocupats amb estudis superiors (Catalunya)



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Idescat.

El cas català resulta paradigmàtic, ja que, en els darrers quinze anys, el pes relatiu del treball amb estudis superiors a Catalunya ha augmentat del 31 % al 45 % de l'ocupació (gràfic 3), una participació àmpliament superior a la mitjana estatal (42 %) i, sobretot, de la Unió Europea (34 %). El biaix favorable a les qualificacions s'ha accelerat en el temps, ja que més del 60 % dels llocs de treball creats en els darrers tres anys a Catalunya han estat ocupats per persones amb estudis superiors (el 47,7 % en el conjunt d'Espanya).

El grau de qualificació laboral ha augmentat considerablement en l'estructura de l'ocupació a Catalunya, al mateix temps que també ho ha fet l'oferta de treball amb estudis superiors, i ha fet sorgir alhora una apreciable prima salarial en funció del nivell educatiu.

La realitat més recent ha posat de manifest també que les tecnologies emergents no substitueixen ocupacions, el que fan és reemplaçar tasques laborals (Autor *et al.*, 2003). I, al mateix temps, el treball humà s'ha anat adaptant al canvi tecnològic modificant l'estructura de tasques que configuren el lloc de treball. En realitat, amb el pas del temps es percep que el canvi tecnològic afecta més tasques concretes que no pas qualificacions específiques, de manera que el que progressivament afrontem és un canvi tecnològic esbiaixat en funció de les tasques (*task-biased technological change*).

En la mesura que treballadors en les mateixes tipologies d'ocupacions i amb els mateixos nivells educatius poden desenvolupar tasques diferents, és més convenient, doncs, aproximar-se als efectes de la tecnologia en el treball analitzant les tasques laborals i no pas les ocupacions o els nivells educatius. L'evidència empírica ens mostra com el canvi tecnològic està millorant les perspectives d'ocupació dels qui desenvolupen tasques no rutinàries (difícilment reproduïbles mitjançant un algoritme) i que impliquen habilitats cognitives, ja que l'ús de les tecnologies digitals fa que aquestes tasques siguin més productives. En canvi, l'escenari és molt menys favorable per als que desenvolupen tasques rutinàries i repetitives, que poden ser reemplaçats mitjançant l'automatització, tant si desenvolupen habilitats manuals com cognitives. Finalment, els llocs de treball bàsicament conformatos per tasques manuals però no rutinàries tenen poques perspectives de ser afectats pel canvi tecnològic, ja que no són fàcilment automatitzables ni tampoc poden aprofitar moltes complementaritats mitjançant l'ús de tecnologies digitals (taula 1).

En conseqüència, el canvi tecnològic està sent el determinant principal de la polarització observada al mercat laboral, tant en ocupacions com en remuneracions, i del fort descens dels llocs de treball intensius en tasques laborals rutinàries.

El cas català confirma tant el biaix de la demanda laboral i la remuneració

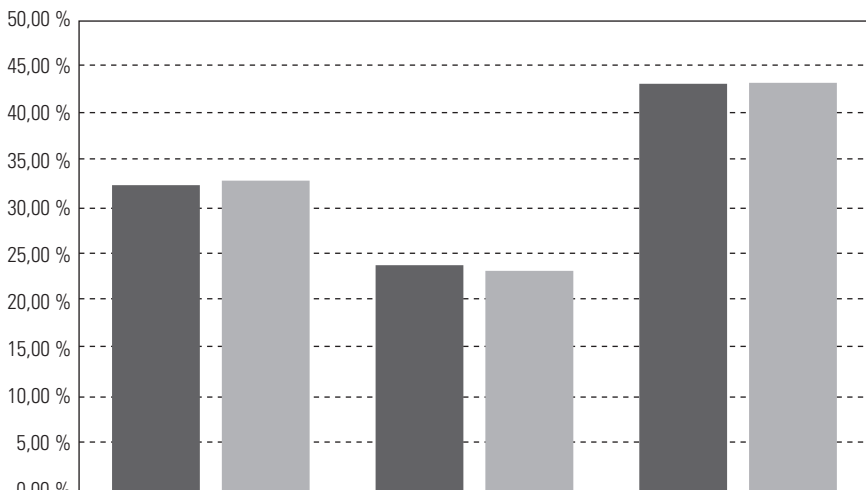
en favor de l'oferta laboral més qualificada com també l'existència d'una polarització segons habilitats que persisteix en el temps. El desajust entre oferta i demanda laboral (*mismatch*) afavoreix també l'ocupabilitat de les titulacions intermèdies més especialitzades (gràfic 4). La forta incidència de les activitats relacionades amb el turisme a Catalunya fa que, tot i la major presència de treball qualificat, la distribució de l'ocupació segons habilitats requerides sigui poc distintiva en relació amb el conjunt estatal.

TAULA 1. Interacció entre tecnologia i habilitats

<i>Tipologies de tasques</i>			
<i>Complementarietat en les habilitats</i>			
Facilitat d'automatització		<i>Elevada</i>	<i>Baixa</i>
		Elevada Baixa	Rutinàries cognitives No rutinàries cognitives
<i>Impacte esperat del canvi tecnològic</i>			
<i>Tipus d'ocupació (segons intensitat d'habilitats)</i>	<i>Impacte esperat sobre l'ocupació</i>		<i>Impacte esperat sobre les rendes</i>
No rutinàries cognitives	Positiu		Positiu
Rutinàries manuals i cognitives	Negatiu		Negatiu
No rutinàries manuals	Positiu		Negatiu

Font: Adaptació de WTO (2017).

GRÀFIC 4. Estructura de l'ocupació segons habilitats requerides (Catalunya)



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Idescat.



Aquest desajust entre les capacitats de l'oferta laboral i els requeriments formatius als llocs de treball té molt a veure també amb les característiques del model productiu dominant i la qualitat de les ocupacions creades. Pel que fa a la retribució, s'evidencia com l'acceleració del canvi tecnològic està induint una creixent desigualtat en la distribució de la renda (taula 2). En primer lloc, perquè el treball més qualificat té més possibilitats d'accedir als treballs millor remunerats, on existeixen barreres d'entrada en funció dels coneixements i el nivell educatiu adquirits. En segon lloc, perquè el desajust laboral existent induïx un desplaçament al llarg de l'escala de qualificacions, amb una competència creixent en les feines menys complexes i pitjor remunerades, on també participa el treballador qualificat que no pot accedir a les ocupacions adequades a la seva titulació. El passiu més important d'aquest procés de desqualificació (*deskilling*) és que l'experiència laboral no millora el nivell competencial de la població adulta.

TAULA 2. Evolució del guany mitjà anual per treballador (Catalunya)

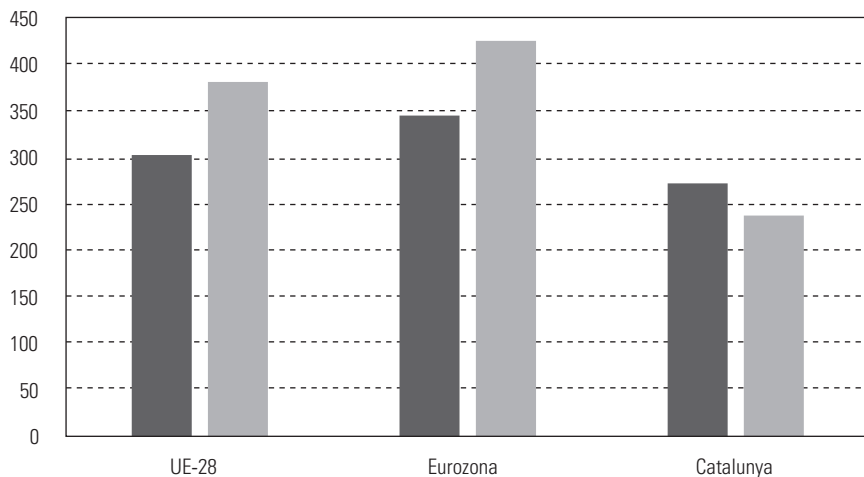
	2006-2014	2006-2010	2010-2014
Mitjana	9,84 %	15,27 %	-4,71 %
Sense estudis	9,00 %	12,13 %	-2,80 %
Educació primària	0,60 %	9,96 %	-8,51 %
Educació secundària	2,10 %	9,31 %	-6,60 %
Formació professional	12,52 %	15,22 %	-2,34 %
Estudis universitaris	10,33 %	13,53 %	-2,81 %

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Idescat.

Per tant, la recuperació del mercat laboral a Catalunya, i en major mesura al conjunt de l'Estat, no s'està acompanyant d'una complexitat més gran en les tasques associades als llocs de treball. Les contínues reformes reguladores del mercat laboral han servit, però, de contrapès a aquest escenari advers. Com que afavoreixen una flexibilitat més gran en la contractació i remuneració del treball faciliten un cost laboral unitari més competitiu i fan que la robotització actualment confronti la competència de models de negoci sustentats en una forta contenció salarial. El remei és només temporal, perquè la comparació amb els principals socis comercials europeus evidencia que treballadors amb els mateixos nivells educatius, proporcionalment, desenvolupen més tasques que, amb el temps, seran potencialment automatitzables.

L'onada tecnològica en curs també posa de manifest que les economies que han invertit més en R+D (gràfic 5) i en l'aplicació de tecnologies digitals tenen menor risc d'automatització. En canvi, l'absència de lideratge tecno-

GRÀFIC 5. Inversió empresarial en R+D (euros per habitant)



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Eurostat.

lògic i organitzatiu limita la capacitat d'absorció i fa més atractiva la substitució de treball per capital.

El cas català, en el marc d'una economia espanyola amb registres molt menys favorables, evidencia que la distància entre el desenvolupament i l'adopció de les tecnologies emergents pot ser apreciable, la qual cosa apuntaria a una aclimatació i implementació més tardana i més dependent de la tecnologia exterior.

La conveniència de reduir ràpidament el dèficit existent en inversió empresarial en R+D, implementació de robots industrials o pes del sector de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) en economia és peremptòria si es pretén evitar una posició menys favorable de les empreses catalanes en les cadenes globals de producció i una diferència adversa en la qualitat dels productes i serveis comercialitzats als mercats internacionals.

En qualsevol cas, aprofitar les oportunitats derivades del paradigma 4.0 exigirà una redefinició àmplia dels llocs de treball afectats per l'onada d'automatització i, en particular, saber complementar les habilitats de destresa manual amb l'ús de les tecnologies emergents. Al seu torn, també semblaria convenient reforçar les habilitats relacionades amb la creativitat, la intuïció, la interacció humana i social o la intel·ligència emocional.

És important ressaltar també que la major part de les investigacions efectuades sobre l'impacte de la nova onada de canvi tecnològic en el mercat laboral s'ha focalitzat essencialment en l'efecte substitució, s'han omès les con-

seqüències dels altres efectes directes i indirectes i s'ha atès poc al fet que la diversitat i complementarietat de les tecnologies emergents pot generar un impacte desigual entre economies similars (Frey i Osborne, 2013; Arntz *et al.*, 2016; Marcolin *et al.*, 2016; McKinsey Global Institute, 2017). Els resultats obtinguts en aquestes estimacions són molt dispers i depenen críticament de l'aproximació metodològica emprada i dels supòsits assumits en la recerca. A banda d'aquestes discrepàncies, més important encara és reconèixer que la probabilitat d'automatització no significa en cap cas desaparició de treball humà, perquè es poden reconfigurar les ocupacions i orientar el treball humà cap a tasques més productives amb el suport de les tecnologies emergents.

Fins al moment, els estudis d'impacte en l'economia catalana són escassos i s'assenten bàsicament en extrapolacions de l'impacte previst per al conjunt de l'economia espanyola o d'altres similars (Deloitte, 2015; Boston Consulting Group, 2015*b*; Caixabank Research, 2016; Randstad Research, 2016). D'aquesta manera, des de la perspectiva de la creació de treball, en general es prediu un augment de l'ocupació que podria situar-se a l'entorn d'una creació neta de 60.000-70.000 llocs de treball en cinc anys, sempre que s'abracessin les inversions i estratègies més adients per a adherir-se al nou paradigma 4.0.

En general, les àrees identificades com a més afavorides per aquest canvi tecnològic serien les relacionades amb els àmbits del disseny i l'enginyeria de programari, experts en ciberseguretat, matemàtics, científics de dades, arquitectes de solucions tecnològiques, dissenyadors d'interfases, experts en realitat augmentada, coordinadors de robots, experts en comercialització de nous productes i serveis d'alta intensitat tecnològica, serveis de cura i atenció a les persones, experts en regulació, seguretat, planificació urbana, arquitectura o experts en autorització, certificació, control, supervisió i manteniment dels nous desenvolupaments tecnològics, entre d'altres. Finalment, de la mateixa manera que en anteriors onades de progrés tecnològic, una part apreciable de l'augment de la demanda de treball probablement estarà relacionada amb noves ocupacions que a hores d'ara encara no existeixen.

## CONCLUSIONS

El canvi tecnològic no és un procés lineal i determinista. No acostuma pas a desenvolupar-se en el temps seguint pautes ben delimitades ni es dissemina sistemàticament entre els diferents sectors econòmics, sinó que sovint avança

a batzegades i, en ocasions, ho fa de forma imprevista. La incidència de la nova onada d'automatització probablement també serà progressiva i caldrà temps per a adaptar-s'hi i adquirir els coneixements necessaris, i per a acomodar-se satisfactòriament als canvis laborals i organitzatius que se'n deriven.

Malgrat això, cal tenir present que la tecnologia no és equitativa, que es complementa millor amb unes habilitats que no pas amb unes altres i que aquestes habilitats no han de ser exclusives del treball qualificat. Si l'experiència ens ha posat de manifest que el progrés tecnològic indueix ajustos importants al mercat laboral, res no fa pensar que aquest cop hagi de ser diferent. Fins i tot, aquests ajustos poden ser més importants, perquè les tecnologies emergents poden substituir algunes tasques cognitives i perquè una nova onada d'automatització digital més complexa pot tenir una velocitat, una escala i una intensitat superiors a les anteriors revolucions tecnològiques.

Tot i amb això, les innovacions tecnològiques no apareixen mai en l'espai buit sinó en un entorn normatiu i regulador concret. Els nous desenvolupaments i aplicacions exigiran canvis en el marc legal vigent i possiblement induiran noves àrees normatives que acabaran definint la forma en què les noves tecnologies podran utilitzar-se. De la mateixa manera, la resposta social a un canvi que és potencialment disruptiu no només definirà els usos finals i delimitarà l'abast de les noves tecnologies, sinó que també influirà en l'orientació i els continguts reguladors. La viabilitat tècnica i econòmica no és suficient si no es promou l'adopció de noves regulacions que generin un clima més gran de confiança, seguretat i acceptació social.

Finalment, no tot el que percebem com a tecnològicament possible serà econòmicament viable, rendible o acceptable per a les empreses, que hauran d'afrontar les restriccions internes de recursos i gestionar els processos de presa de decisions estratègiques en el context de la seva pròpia cultura directiva i organitzativa. La velocitat d'adopció de les noves tecnologies sovint és més incerta i volàtil del que *a priori* representa.

En qualsevol cas, l'economia catalana certament presenta alguns factors de risc associats al canvi tecnològic: en particular, la menor intensitat de tasques cognitives i de recursos humans experts en ciència i tecnologia dins l'oferta de treball; els dèficits organitzatius i tecnològics en el teixit productiu, i un desajust al mercat laboral, que evita que l'experiència laboral millori sensiblement el nivell competencial dels ocupats. La composició actual de l'oferta laboral, amb presència rellevant de llocs de treball intensius en tasques manuals però no rutinàries, pot endarrerir l'impacte directe de l'automatització però no evitar la polarització de rendes salarials ni impedir l'efecte de substitució en el futur.

Probablement, doncs, la societat catalana és a les portes d'una transformació gradual i profunda de l'economia i del mercat laboral. Semblaria adequat, doncs, afinar les prioritats i els continguts de les polítiques públiques i les estratègies empresarials, per tal de facilitar una atenció adequada a un repte que és complex i, alhora, saber extreure'n el màxim profit social, mitjançant una aposta col·lectiva i que fos socialment més inclusiva.

Des de la perspectiva de les polítiques públiques, convindria focalitzar els esforços a facilitar l'activitat de recerca i desenvolupament en tecnologies relacionades amb la intel·ligència artificial, promoure mecanismes d'impuls al canvi tecnològic, afavorir la disseminació de les tecnologies emergents en condicions de lliure concurrència, educar la societat per al treball futur (en particular, estimular les vocacions i reforçar les vocacions en ciència i tecnologia) i afavorir la formació en ocupacions emergents, millorar el capital humà facilitant la formació al lloc de treball, promoure la flexibilitat interna en les organitzacions, impulsar fòrums per al debat dels canvis socials i en regulació necessaris, reforçar la xarxa de protecció social i la transició entre ocupacions laborals, garantir la cohesió i la coherència entre les diferents polítiques públiques i impulsar polítiques d'inversió que garanteixin l'accés universal a les infraestructures digitals, entre d'altres.

En el context català, la qualitat de les infraestructures tecnològiques i de recerca és elevada i el disseny de les polítiques públiques (el Pacte Nacional per a la Indústria 2017-2020 o el Pla STEMcat en són una bona mostra) està ben orientat, però és en la dotació de recursos on s'identifica el dèficit més apressant.

D'altra banda, des de la perspectiva de les estratègies empresarials, s'identifiquen com a necessitats urgents: millorar la dotació interna de capital humà i tecnològic; promoure canvis organitzatius que millorin el rendiment econòmic i consolidin una ocupació de més qualitat; modificar els continguts de les polítiques de formació interna; promoure els partenariats publico-privats i la cooperació entre organitzacions, orientats al desenvolupament i l'aplicació d'innovacions; accelerar la creació de llocs de treball digitals; experimentar amb llocs de treball basats en la interacció entre éssers humans i màquines; promoure l'adaptació al canvi tecnològic com a element de diferenciació en el mercat, i desenvolupar solucions tecnològiques que permetin atendre necessitats específiques dels consumidors.

L'economia catalana és diversificada, està orientada prioritàriament a l'exterior, disposa de treball expert i amb nivells educatius elevats, d'empreses ben posicionades als mercats internacionals i de capacitat d'absorció de nous coneixements. Altre cop, és en la magnitud de les empreses nítidament orien-

tades cap al canvi tecnològic, organitzatiu i laboral on resideix el principal marge de progrés.

Si la innovació tecnològica és font de progrés econòmic i motor de canvi social i si la ciència i els coneixements d'avui esdevindran la tecnologia del demà, les línies de joc estan ben dissenyades perquè institucions públiques i teixit empresarial interactuïn amb habilitat per vèncer els obstacles, costos i dificultats inherents al canvi i transformar el desafiament 4.0 en un triomf per al conjunt de la societat catalana.

## Bibliografia

- ARNTZ, M.; GREGORY, T.; ZIERAHN, U. (2016). «The risk of automation for jobs in OECD Countries. A comparative analysis». *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* [OECD Publishing], 189.
- AUTOR, D. H.; LEVY, F.; MURNANE, R. J. (2003). «The skill content of recent technological change». *The Quarterly Journal of Economics*, 118 (4), p. 1279-1333.
- BLANCO, R.; FONTRDONA, J.; POVEDA, C. (2016). «La indústria 4.0 a Catalunya». A: *Memòria econòmica de Catalunya 2016*. Barcelona: Consell de Cambres de Comerç de Catalunya, p. 154-190.
- BOSTON CONSULTING GROUP (2015a). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*.
- (2015b). *Man and machine in the industry 4.0: How will technology transform the industrial workforce through 2025?*
- CAIXABANK RESEARCH (2016). «Dossier: Les noves tecnologies i el mercat de treball». *Informe Mensual*, 398, p. 32-39.
- DELOITTE (2015). *From brawn to brains: The impact of technology on jobs in the UK*. Londres: Deloitte LLP.
- FREY, C. B.; OSBORNE, M. (2013). «The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?». Oxford: University of Oxford. Oxford Martin School. [Working paper]
- MARCOLIN, L.; MIROUDOT, S.; SQUICCIARINI, M. (2016). «Routine jobs, employment and technological innovation in global value chains». *OECD Science, Technology and Industry Working Papers* [OECD Publishing], 2016/01.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE (2017). *Artificial intelligence: The next digital frontier?* [Discussion paper]
- RANDSTAD RESEARCH (2016). *La digitalización: ¿crea o destruye empleo?: Informe anual sobre la flexibilidad laboral y el empleo*.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD) (2017). «Robots, industrialization and inclusive growth». A: *Trade and development report 2017: Beyond austerity: towards a global new deal*. Nova York; Ginebra: United Nations, p. 35-66.
- WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO) (2017). *World Trade Report 2017: Trade, technology and jobs*. Ginebra: World Trade Organization.